

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11336647 A

(43) Date of publication of application: 07.12.99

(51) Int. Cl

F02P 5/15

F02B 11/00

F02D 45/00

F02P 17/00

(21) Application number: 10144651

(22) Date of filing: 26.05.98

(71) Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD

(72) Inventor: MASUDA GOJI  
NODA TORU  
URUSHIBARA TOMONORI  
HIRATANI KOJI

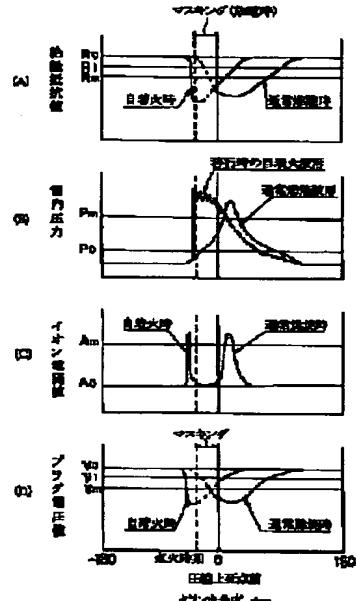
(54) COMPRESSED SELF-IGNITION GASOLINE ENGINE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To smoothly shift from normal combustion to self-ignition combustion and eliminate problems such as deterioration of fuel consumption and an ignition plug itself by executing proper ignition timing and ignition stop control based on parameters in relation to combustion speed.

SOLUTION: In this gasoline engine, new air in a combustion chamber is burnt by self-ignition. In this case, the engine includes a parameter sensing means in relation to combustion speed, for example, in respect to insulation resistance for an ignition plug, and an ignition control means which gradually retards an ignition timing due to the ignition plug when the value sensed by the sensing means reaches a value in relation to the combustion speed at the time of self-ignition, and suspends ignition by the ignition plug when the ignition timing reaches a constant value.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-336647

(43)公開日 平成11年(1999)12月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
F 02 P 5/15		F 02 P 5/15 B
F 02 B 11/00		F 02 B 11/00 Z
F 02 D 45/00	3 6 8	F 02 D 45/00 3 6 8 Z
F 02 P 17/00		3 6 8 S
		F 02 P 17/00 X

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21)出願番号	特願平10-144651	(71)出願人 000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22)出願日	平成10年(1998)5月26日	(72)発明者 桜田 剛司 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
		(72)発明者 野田 徹 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
		(72)発明者 漆原 友則 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
		(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

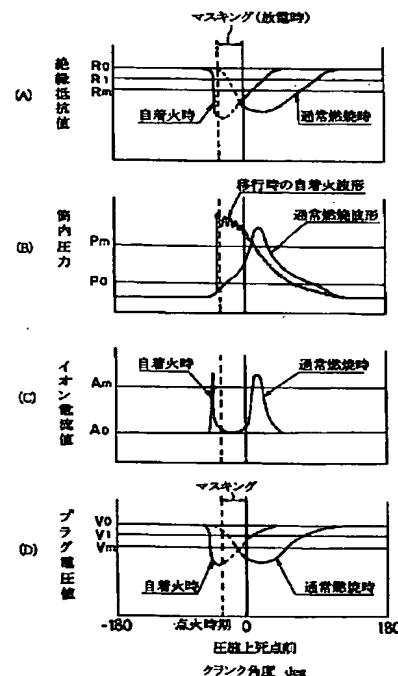
最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧縮自己着火ガソリン機関

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 燃焼速度に関連したパラメータに基づいて、適正な点火時期と点火停止制御を実行することによって、通常燃焼から自己着火燃焼への移行をスムーズに行え、かつ、燃費の悪化や、点火プラグの悪化等の問題を解消し得る圧縮自己着火ガソリン機関を提供する。

【解決手段】 燃焼室内の新気を自己着火により燃焼させるようにした圧縮自己着火ガソリン機関において、燃焼速度に関連するパラメータ（例えば点火プラグの絶縁抵抗）検出手段と、該検出手段によって検出された値が自己着火燃焼時の燃焼速度に関連する値となったときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止する点火制御手段とを含んで構成されたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】燃焼室の新気を自己着火により燃焼させるようにした圧縮自己着火ガソリン機関において、燃焼速度に関連するパラメータを検出する燃焼速度関連パラメータ検出手段と、

前記燃焼速度関連パラメータ検出手段によって検出された燃焼速度関連パラメータが自己着火燃焼時の燃焼速度に関連する値となったときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止する点火制御手段と、を含んで構成されたことを特徴とする圧縮自己着火ガソリン機関。

【請求項2】前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、点火プラグの絶縁抵抗を測定する手段と、該測定手段によって測定された点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を測定する手段と、から構成される一方、

点火時期を判別して点火期間中は前記絶縁抵抗測定手段のマスキングを行うマスキング手段を含んで構成され、前記点火制御手段は、前記点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火ガソリン機関。

【請求項3】前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、筒内圧力を測定する手段から構成され、前記点火制御手段は、前記測定手段により測定された筒内圧力値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火ガソリン機関。

【請求項4】前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、筒内の燃焼イオン電流を測定する手段から構成され、前記点火制御手段は、前記測定手段により測定された筒内の燃焼イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火ガソリン機関。

【請求項5】前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、点火プラグに印加される電圧を測定する手段から構成され、

前記点火制御手段は、前記電圧測定手段から出力される電圧信号レベルが所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火ガソリン機関。

【請求項6】前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、点火プラグの絶縁抵抗を測定する手段と、該測定手段によって測定された点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を測定する手段と、筒内圧力を測定する手段と、から構成される一方、点火時期を判別して点火期間中は前記絶縁抵抗測定手段のマスキングを行うマスキング手段を含んで構成され、前記点火制御手段は、前記点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、或いは、点火プラグの絶縁抵抗値変化がマスキング期間中に起こったときであって、筒内圧力値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火ガソリン機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧縮自己着火ガソリン機関に関し、特に、圧縮自己着火燃焼状態を判別する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のこの種の圧縮自己着火ガソリン機関として、特開平9-242570号公報に開示された技術が知られている。かかる技術は2サイクルエンジンが前提の技術であるが、排気制御弁を駆動して、排気通路入口又は排気通路内の通路開口面積を制御して、低負荷領域での自己着火を発生させている。

【0003】又、通常燃焼から自己着火燃焼への移行領域では、機関のノッキングによる安定性悪化によって運転不能になるため、燃焼室容積を可変にして、ノッキング回避しつつ自己着火に移行する構成となっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のような従来の技術にあっては、機関運転領域毎に燃焼室容積の可変量が決められているため、機関の過渡運転のように機関運転領域が刻々と変化する場合に発生するノッキングに対しては速やかに対応できない。

【0005】又、従来技術にあっては、自己着火運転中も点火プラグによる点火が続けられるため、無駄な電力消費による燃費の悪化や、点火プラグの耐久性の悪化をきたすという問題もある。そこで、本発明は以上のような従来の問題点に鑑み、燃焼速度に関連したパラメータ変化に基づいて、適正な点火時期制御と点火停止制御とを実行することによって、通常燃焼から自己着火燃焼への移行をスムーズに行え、かつ、無駄な電力消費による燃費の悪化や、点火プラグの耐久性の悪化等の問題点を解消し得る圧縮自己着火ガソリン機関を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に係る発明は、図1に示すように、燃焼室内の新気を自己着火により燃焼させるようにした圧縮自己着火ガソリン機関において、燃焼速度に関連したパラメータを検出する燃焼速度関連パラメータ検出手段と、前記燃焼速度関連パラメータ検出手段によって検出された燃焼速度関連パラメータが自己着火燃焼時の燃焼速度に関連する値となったときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止する点火制御手段と、を含んで構成されたことを特徴とする。

【0007】請求項2に係る発明は、前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、点火プラグの絶縁抵抗を測定する手段と、該測定手段によって測定された点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を測定する手段と、から構成される一方、点火時期を判別して点火期間中は前記絶縁抵抗測定手段のマスキングを行うマスキング手段を含んで構成され、前記点火制御手段は、前記点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする。

【0008】請求項3に係る発明は、前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、筒内圧力を測定する手段から構成され、前記点火制御手段は、前記測定手段により測定された筒内圧力値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする。

【0009】請求項4に係る発明は、前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、筒内の燃焼イオン電流を測定する手段から構成され、前記点火制御手段は、前記測定手段により測定された筒内の燃焼イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする。

【0010】請求項5に係る発明は、前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、点火プラグに印加される電圧を測定する手段から構成され、前記点火制御手段は、前記電圧測定手段から出力される電圧信号レベルが所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする。

【0011】請求項6に係る発明は、前記燃焼速度関連パラメータ検出手段は、点火プラグの絶縁抵抗を測定する手段と、該測定手段によって測定された点火プラグの

絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を測定する手段と、筒内圧力を測定する手段と、から構成される一方、点火時期を判別して点火期間中は前記絶縁抵抗測定手段のマスキングを行うマスキング手段を含んで構成され、前記点火制御手段は、前記点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、或いは、点火プラグの絶縁抵抗値変化がマスキング期間中に起こったときであって、筒内圧力値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止することを特徴とする。

【0012】かかる本発明の作用について説明する。点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間、筒内圧力値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間、筒内の燃焼イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間、点火プラグに印加される電圧信号レベルが所定値を外れて一定値に達するまでの時間という燃焼速度に関連したパラメータが自己着火燃焼時の燃焼速度に関連する値となったときに、点火プラグによる点火時期が徐々に遅角制御され、点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火が停止される。

【0013】従って、自己着火燃焼移行領域でのノッキングが速やかに解放され、スムーズに自己着火燃焼領域に移行させることができる。又、自己着火運転中には、点火プラグによる点火が停止されるため、無駄な電力消費による燃費の悪化や、点火プラグの耐久性の悪化をきたすこともなく、燃費向上、点火プラグの耐久性向上を図ることができる。

【0014】特に、請求項6に係る発明においては、通常は絶縁抵抗値に基づいて自己着火燃焼が判別され、絶縁抵抗値低下がマスキング期間中に生じた場合には、絶縁抵抗値に代えて筒内圧力値に基づいて自己着火燃焼が判別されるため、自己着火燃焼の判別の確実性が高く、スムーズに自己着火燃焼領域に移行させることができる。

【0015】ここで、請求項2に係る発明において、通常燃焼の場合の点火プラグの絶縁抵抗は、気筒内の火炎伝播に従ってゆっくりと低下するのに対して、自己着火燃焼の場合の絶縁抵抗は着火と同時に即座に一定値以下まで低下する。これは、自己着火が火炎伝播を伴わない燃焼であり、燃焼室の混合気が場所によらず略同時に燃焼を開始するためである。

【0016】尚、ノッキング発生時も火炎伝播を伴わない燃焼が起こっているが、ノッキングは火炎伝播によってある程度の燃焼が発生した後に残りの混合気が略同時に燃焼を開始するような燃焼形態であるから、このときの絶縁抵抗の変化も、ある時期まではゆっくり低下した

後に急激に一定値以下まで低下するような特性となる。このため、絶縁抵抗が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を所定値と比較すれば、自己着火燃焼をノッキングからも区別して判別することができる。

【0017】又、請求項3に係る発明において、通常燃焼の場合の筒内圧力は、気筒内の火炎伝播に従ってゆっくりと上昇するのに対して、自己着火燃焼の場合の筒内圧力は着火と同時に即座に一定値以上まで上昇する。このため、筒内圧力が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼をノッキングからも区別して判別できる。

【0018】更に、請求項4に係る発明において、通常燃焼の場合のイオン電流値は、気筒内の火炎伝播に従って比較的ゆっくりと上昇するのに対して、自己着火燃焼の場合のイオン電流値は着火と同時に即座に一定値以上まで上昇する。このため、イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼をノッキングからも区別して判別できる。

【0019】請求項5に係る発明において、通常燃焼の場合の点火プラグ電圧値は、気筒内の火炎伝播に従って比較的ゆっくりと下降するのに対して、自己着火燃焼の場合の点火プラグ電圧値は着火と同時に即座に一定値以上まで低下する。このため、点火プラグ電圧値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼をノッキングからも区別して判別できる。

#### 【0020】

【発明の効果】請求項1～6に係る発明によれば、燃焼速度に関連したパラメータ変化に基づいて、適正な点火時期制御と点火停止制御とを実行することによって、通常燃焼から自己着火燃焼への移行をスムーズに行え、かつ、無駄な電力消費による燃費の悪化や、点火プラグの耐久性の悪化等の問題点を解消できる。

【0021】特に、請求項2に係る発明によれば、絶縁抵抗が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼を容易にかつ確実に判別できる。又、請求項3に係る発明によれば、筒内圧力の変化に要する時間、即ち、筒内圧力が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼を容易にかつ確実に判別できる。

【0022】更に、請求項4に係る発明によれば、イオン電流値の変化に要する時間、即ち、イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼を容易にかつ確実に判別できる。又、請求項5に係る発明によれば、点火プラグ電圧変化の継続時間、即ち、点火プラグ電圧値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼を容易にかつ確実に判別できる。

【0023】更に、請求項6に係る発明によれば、自己着火燃焼の判別の確実性が高く、スムーズに自己着火燃焼領域に移行させることができる。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】以下、添付された図面を参照して本発明を詳述する。図2は、本発明の第1の実施形態のシステム図であり、4サイクルの圧縮自己着火ガソリン機関（以下、単にエンジンという）Eの燃焼室1に設置された点火プラグ2には、点火コイル3とパワートランジスタ4とを介装した点火用の高圧配線5が接続され、該高圧配線5はエンジンコントロールモジュール6に接続される。

【0025】又、高圧配線5には、前記点火コイル3とパワートランジスタ4と並列に、点火プラグ2の絶縁抵抗を測定する絶縁抵抗測定装置7が接続されおり、該絶縁抵抗測定装置7は、エンジンコントロールモジュール6に接続される。前記エンジンコントロールモジュール6には、クランク角センサ8からの信号及びエンジン冷却水温を検出する水温センサ9からの信号が夫々入力される。

【0026】かかるエンジンコントロールモジュール6には、点火時期を判別して点火期間中は前記絶縁抵抗測定装置7のマスキングを行うマスキング手段としてのマスキング機能と、絶縁抵抗測定装置7からの信号に基づいて、点火プラグ2の絶縁抵抗が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を測定する手段としての積算機能とがソフトウェア的に装備されている。

【0027】又、エンジンコントロールモジュール6には、点火プラグ2の絶縁抵抗が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグ2による点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグ2による点火を停止する点火制御手段としての機能がソフトウェア的に装備されている。

【0028】次に、かかる第1の実施形態の作用について説明する。図3（A）は、燃焼速度に関連したパラメータの一つとして、エンジンの燃焼状態においての点火プラグの絶縁抵抗値の変化を示している。この図から明らかのように、通常燃焼の場合の点火プラグの絶縁抵抗は、気筒内の火炎伝播に従ってゆっくりと低下するのに対して、自己着火燃焼の場合の絶縁抵抗は着火と同時に即座に一定値以下まで低下する。

【0029】これは、自己着火が火炎伝播を伴わない燃焼であり、燃焼室内の混合気が場所によらず略同時に燃焼を開始するためである。尚、ノッキング発生時も火炎伝播を伴わない燃焼が起こっているが、ノッキングは火炎伝播によってある程度の燃焼が発生した後に残りの混合気が略同時に燃焼を開始するような燃焼形態であるから、このときの絶縁抵抗の変化も、ある時期まではゆっくり低下した後に急激に一定値以下まで低下するような特性となる。このため、絶縁抵抗が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を所定値と比較すれば、自己着火

燃焼をノッキングからも区別して判別することができる。

【0030】上述した点火プラグの絶縁抵抗測定による自己着火燃焼を判別して通常燃焼から自己着火燃焼にスムーズに移行させる制御は次のようにして行われる。即ち、まず、水温が所定温度 $t_0$ （例えば $20^{\circ}\text{C}$ ）時点の所定点火プラグ絶縁抵抗値を測定し、その値を $R_0$ と設定する。次に、運転中の絶縁抵抗値 $R$ を連続測定し、その値が設定上限絶縁抵抗値 $R_1$ を下回り、設定絶縁抵抗値 $R_m$ （例えば $10\text{ M}\Omega$ ）に達するまでの時間をクランク角で積算する。

【0031】尚、点火放電中は絶縁抵抗値0となるためにマスキングが行われている。絶縁抵抗値 $R$ が設定絶縁抵抗値 $R_m$ （例えば $10\text{ M}\Omega$ ）に達するまでの時間、即ち、クランク角積算値 $T$ と $T_0$ （通常燃焼時の絶縁抵抗低下時間）とを比較して、自己着火の発生を判別し、 $T$ が $T_0$ を下回って自己着火の発生が判別されたときに、設定点火時期を一定量（例えば1度）遅角（リタード）させ、リタード後の点火時期が所定値（例えばTDC）になったときに点火を停止する。

【0032】絶縁抵抗値 $R$ が設定上限絶縁抵抗値 $R_1$ に達する前に、マスキング条件に入った場合は、通常燃焼と判断する。図4は、かかる制御の内容を示すフローチャートであり、ステップ1（図ではS1と略記する。以下同様）では、イグニッション（IGN）スイッチをONし、ステップ2にて、水温 $\geq t_0$ を判定し、水温 $\geq t_0$ であれば、ステップ3に進み、水温 $< t_0$ であれば、ステップ4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。即ち、図5のフローチャートのステップ6に進んで、点火時期を演算し、ステップ7にて点火を実行する。

【0033】ステップ3では、 $R_0 = \infty$ であるか否かを判定し、 $R_0 = \infty$ であれば、ステップ8に進み、そうでなければ、ステップ4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。ステップ8では、 $R \leq R_1$ を判定し、 $R \leq R_1$ であれば、ステップ9に進み、 $R > R_1$ であれば、ステップ4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。

【0034】ステップ9では、圧縮上死点前 $X^{\circ}$ であるか否かを判定し、圧縮上死点前 $X^{\circ}$ であれば、ステップ10に進み、そうでなければ、ステップ1に戻る。ステップ10では、時間カウントを開始し（ $n=1$ ）、ステップ11に進んで、クランク角CAがマスキング時のクランク角 $T_m$ となったか否か、即ち、CA=Tmを判定し、CA=Tmであれば、ステップ4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。

【0035】CA $\neq T_m$ であれば、ステップ12に進んで、 $R \geq R_m$ を判定し、 $R < R_m$ であれば、ステップ13に進んで、 $n=n+1$ として、ステップ11に戻り、 $R \geq R_m$ であれば、ステップ14に進んで、時間カウン

トを終了する（ $T=n$ ）。ステップ15では、 $1 < T \leq T_0$ を判定し、 $1 < T \leq T_0$ であれば、Tが $T_0$ を下回ったことで、ステップ16に進んで、自己着火の発生と判別し、図5のフローチャートのステップ17に進んで、点火が停止されているか否かを判定し、点火停止であれば、フローを終了し、点火停止でなければ、ステップ18に進んで、設定点火時期 $T_a$ を一定量 $\Delta T_a$ （例えば1度）遅角（リタード）させ、ステップ19にて、リタード後の点火時期 $T_a$ が所定値 $T_s$ （例えばTDC）になったときに、ステップ20にて、点火を停止する。

【0036】ステップ15にて、 $1 < T \leq T_0$ でなければ、ステップ4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。図6は、本発明の第2の実施形態のシステム図であり、図2の実施形態の絶縁抵抗測定装置7に代えて、アンプ10を介してエンジンコントロールモジュール6に接続される筒内圧力測定装置11を設け、筒内圧力が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグ2による点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグ2による点火を停止する制御を行うものである。

【0037】かかる第2の実施形態の作用について説明する。図3（B）は、エンジンの燃焼状態において筒内圧力の変化を示している。この図から明らかなように、通常燃焼の場合の筒内圧力は、気筒内の火炎伝播に従ってゆっくりと上昇するのに対して、自己着火燃焼の場合の筒内圧力は着火と同時に即座に一定値以上まで上昇する。

【0038】このため、筒内圧力が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼をノッキングからも区別して判別できる。上述した筒内圧力測定による自己着火燃焼を判別して通常燃焼から自己着火燃焼にスムーズに移行させる制御は次のようにして行われる。即ち、自己着火燃焼での筒内圧力の立ち上がりが通常燃焼及びノッキングを伴う燃焼よりも短時間であることを利用して、この時間をクランク角 $T'$ で積算し、筒内圧力が所定設定下限値 $P_0$ （例えば $0.5\text{ kg/m}^2$ ）を越え、所定設定上限値 $P_m$ （例えば筒内最大圧力の80%）に達するまで圧力上昇時間が、 $T_0'$ （通常燃焼時の圧力上昇時間）を下回ったときに自己着火の発生を判定し、このときに、設定点火時期を一定量（例えば1度）遅角（リタード）させ、リタード後の点火時期が所定値（例えばTDC）になったときに点火を停止する。

【0039】図7は、かかる制御の内容を示すフローチャートであり、ステップ21では、イグニッション（IGN）スイッチをONし、ステップ22にて、 $P \leq P_0$ を判定し、 $P \leq P_0$ であれば、ステップ23に進み、 $P > P_0$ であれば、ステップ20に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行い、図5のフローチャートに進む。

【0040】ステップ23では、圧縮上死点前X°であるか否かを判定し、圧縮上死点前X°であれば、ステップ24に進み、そうでなければ、ステップ21に戻る。ステップ24では、時間カウントを開始し( $n=1$ )、ステップ25に進んで、 $P \geq P_m$ を判定し、 $P < P_m$ であれば、ステップ26に進んで、 $n = n + 1$ として、ステップ25に戻り、 $P \geq P_m$ であれば、ステップ27に進んで、時間カウントを終了する( $T' = n$ )。

【0041】ステップ28では、 $1 < T' \leq T_0'$ を判定し、 $1 < T' \leq T_0'$ であれば、 $T'$ が $T_0'$ を下回ったことで、ステップ29に進んで、自己着火の発生と判別し、図5のフローチャートに進む。 $1 < T' \leq T_0'$ でなければ、ステップ24に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。

【0042】図8は、本発明の第3の実施形態のシステム図であり、図6の実施形態の筒内圧力測定装置11に代えてアンプ10を介してエンジンコントロールモジュール6に接続されるイオン電流測定装置12を設け、イオン電流が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグ2による点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグ2による点火を停止する制御を行うものである。

【0043】かかる第3の実施形態の作用について説明する。図3(C)は、エンジンの燃焼状態においてのイオン電流値の変化を示している。この図から明らかのように、通常燃焼の場合のイオン電流値は、気筒内の火炎伝播に従って比較的ゆっくりと上昇するのに対して、自己着火燃焼の場合のイオン電流値は着火と同時に即座に一定値以上まで上昇する。

【0044】このため、イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼をノックингからも区別して判別できる。上述したイオン電流値測定による自己着火燃焼を判別して通常燃焼から自己着火燃焼にスムーズに移行させる制御は次のようにして行われる。即ち、自己着火燃焼で発生するイオン電流の継続時間が通常燃焼及びノックングを伴う燃焼よりも短時間であることをを利用して、この時間をクランク角 $T''$ で積算し、イオン電流値が所定設定下限値 $A_0$ (例えば0mA)を越え、所定設定上限値 $A_m$ (例えば5mA)に達するまでの時間が、 $T_0''$

(通常燃焼時での電流継続時間)を下回ったときに自己着火の発生を判定し、このときに、設定点火時期を一定量(例えば1度)遅角(リタード)させ、リタード後の点火時期が所定値(例えばTDC)になったときに点火を停止する。

【0045】図9は、かかる制御の内容を示すフローチャートであり、ステップ31では、イグニッション(IGN)スイッチをONし、ステップ32にて、 $A \geq A_0$ を判定し、 $A \geq A_0$ であれば、ステップ33に進み、 $A$

$< A_0$ であれば、ステップ34に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。ステップ33では、圧縮上死点前X°であるか否かを判定し、圧縮上死点前X°であれば、ステップ35に進み、そうでなければ、ステップ31に戻る。

【0046】ステップ35では、時間カウントを開始し( $n=1$ )、ステップ36に進んで、 $A \geq A_m$ を判定し、 $A < A_m$ であれば、ステップ37に進んで、 $n = n + 1$ として、ステップ36に戻り、 $A \geq A_m$ であれば、ステップ38に進んで、時間カウントを終了する( $T' = n$ )。ステップ39では、 $1 < T' \leq T_0''$ を判定し、 $1 < T' \leq T_0''$ であれば、 $T'$ が $T_0''$ を下回ったことで、ステップ40に進んで、自己着火の発生と判別する。

【0047】 $1 < T' \leq T_0''$ でなければ、ステップ34に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。図10は、本発明の第4の実施形態のシステム図であり、図3の実施形態の筒内圧力測定装置11に代えて、点火プラグ2に印加される微小電圧の変化を測定する電圧測定装置13を設け、微小電圧が所定値を外れて一定値に達するまでの時間が所定値以下であるときに、点火プラグ2による点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグ2による点火を停止する制御を行うものである。

【0048】かかる第4の実施形態の作用について説明する。図3(D)は、エンジンの燃焼状態においての点火プラグ電圧値の変化を示している。この図から明らかのように、通常燃焼の場合の点火プラグ電圧値は、気筒内の火炎伝播に従って比較的ゆっくりと下降するのに対して、自己着火燃焼の場合の点火プラグ電圧値は着火と同時に即座に一定値以上まで低下する。

【0049】このため、点火プラグ電圧値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間を比較することによって、自己着火燃焼をノックングからも区別して判別できる。上述した点火プラグ電圧変化測定による自己着火燃焼を判別して通常燃焼から自己着火燃焼にスムーズに移行させる制御は次のようにして行われる。即ち、自己着火燃焼で発生する電圧変化の継続時間が通常燃焼及びノックングを伴う燃焼よりも短時間であることをを利用して、この時間をクランク角 $T'''$ で積算し、点火プラグ電圧値が所定設定下限値 $V_0$ (例えば5V)を下回り、設定値 $V_m$ に達するまでの時間が、 $T_0'''$ (通常燃焼時での電圧低下継続時間)を下回ったときに自己着火の発生を判定し、このときに、設定点火時期を一定量(例えば1度)遅角(リタード)させ、リタード後の点火時期が所定値(例えばTDC)になったときに点火を停止する。

【0050】図11は、かかる制御の内容を示すフローチャートであり、ステップ41では、イグニッション(IGN)スイッチをONし、ステップ42にて、水温

$\geq t_0$  を判定し、水温  $\geq t_0$  であれば、ステップ4 3に進み、水温  $< t_0$  であれば、ステップ4 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。ステップ4 3では、微小電圧  $V_0$  を印加し、ステップ4 5に進んで、 $V = V_0$  を判定し、 $V = V_0$  であれば、ステップ4 6に進み、 $V \neq V_0$  であれば、ステップ4 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。

【0051】ステップ4 6では、圧縮上死点前  $X^\circ$  であるか否かを判定し、圧縮上死点前  $X^\circ$  であれば、ステップ4 7に進み、そうでなければ、ステップ4 1に戻る。ステップ4 7では、時間カウントを開始し ( $n = 1$ )、ステップ4 8に進んで、 $V \geq V_m$  を判定し、 $V < V_m$  であれば、ステップ4 9に進んで、 $n = n + 1$  として、ステップ4 8に戻り、 $V \geq V_m$  であれば、ステップ5 0に進んで、時間カウントを終了する ( $T' \dots = n$ )。

【0052】ステップ5 1では、 $1 < T' \dots \leq T_0 \dots$  を判定し、 $1 < T' \dots \leq T_0 \dots$  であれば、 $T' \dots$  が  $T_0 \dots$  を下回ったことで、ステップ5 2に進んで、自己着火の発生と判別する。 $1 < T' \dots \leq T_0 \dots$  でなければ、ステップ4 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。

【0053】図12は、本発明の第5の実施形態のシステム図であり、図2の実施形態の絶縁抵抗測定装置7に加えて、筒内圧力測定装置11を設け、通常は絶縁抵抗値に基づいて自己着火燃焼を判別し、絶縁抵抗値低下がマスキング期間中に生じた場合には、絶縁抵抗値に代えて筒内圧力値に基づいて自己着火燃焼を判別するものである。

【0054】図13は、かかる第5の実施形態の制御の内容を示すフローチャートであり、ステップ6 1では、イグニッション (IGN) スイッチをONし、ステップ6 2にて、水温  $\geq t_0$  を判定し、水温  $\geq t_0$  であれば、ステップ6 3に進み、水温  $< t_0$  であれば、ステップ6 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。ステップ6 3では、 $R_0 = \infty$  であるか否かを判定し、 $R_0 = \infty$  であれば、ステップ6 5に進み、そうでなければ、ステップ6 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。

【0055】ステップ6 5では、 $R \leq R_1$  を判定し、 $R \leq R_1$  であれば、ステップ6 6に進み、 $R > R_1$  であれば、ステップ6 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。ステップ6 6では、圧縮上死点前  $X^\circ$  であるか否かを判定し、圧縮上死点前  $X^\circ$  であれば、ステップ6 7に進み、そうでなければ、ステップ6 1に戻る。

【0056】ステップ6 7では、時間カウントを開始し ( $n = 1$ )、ステップ6 8に進んで、 $R$  が  $R_s$  (マスキング時抵抗値) になったか否か、即ち、 $R = R_s$  を判定し、 $R = R_s$  であれば、ステップ6 9に進み、 $R \neq R_s$  であれば、ステップ7 0に進む。ステップ7 0では、 $R \geq R_m$  を判定し、 $R < R_m$  であれば、ステップ7 1に進

んで、 $n = n + 1$  として、ステップ6 8に戻り、 $R \geq R_m$  であれば、ステップ7 2に進んで、時間カウントを終了する ( $T = n$ )。

【0057】ステップ7 3では、 $1 < T \leq T_0$  を判定し、 $1 < T \leq T_0$  であれば、 $T$  が  $T_0$  を下回ったことで、ステップ7 4に進んで、自己着火の発生と判別する。 $1 < T \leq T_0$  でなければ、ステップ6 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。一方、ステップ6 8にて、 $R = R_s$  と判定された際には、自己着火燃焼での絶縁抵抗値低下がマスキング期間中に生じた場合であるから、ステップ6 9移行の筒内圧力に基づく自己着火燃焼の判別を行う。

【0058】即ち、ステップ6 9にて、時間カウントを開始し ( $n = 1$ )、ステップ7 5に進んで、 $P \geq P_m$  を判定し、 $P < P_m$  であれば、ステップ7 6に進んで、 $n = n + 1$  として、ステップ7 5に戻る。 $P \geq P_m$  であれば、ステップ7 2、ステップ7 3に進み、 $1 < T \leq T_0$  であれば、自己着火の発生と判別する。

【0059】又、 $1 < T \leq T_0$  でなければ、ステップ6 4に進んで、通常燃焼とするべく通常点火を行う。以上の説明から明らかのように、点火プラグの絶縁抵抗値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間、筒内圧力値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間、筒内の燃焼イオン電流値が所定値を外れて一定値に達するまでの時間、点火プラグに印加される電圧信号レベルが所定値を外れて一定値に達するまでの時間という燃焼速度に関連したパラメータが自己着火燃焼時の燃焼速度に関連する値となったときに、点火プラグによる点火時期を徐々に遅角制御し、該点火時期が一定値に達した時点で点火プラグによる点火を停止する制御を行うようにしたから、自己着火燃焼移行領域でのノッキングが速やかに解放され、スムーズに自己着火燃焼領域に移行させることができる。

【0060】又、自己着火運転中には、点火プラグによる点火が停止されるため、無駄な電力消費による燃費の悪化や、点火プラグの耐久性の悪化をきたすこともなく、燃費向上、点火プラグの耐久性向上を図ることができる。特に、第5の実施形態においては、通常は絶縁抵抗値に基づいて自己着火燃焼を判別し、絶縁抵抗値低下がマスキング期間中に生じた場合には、絶縁抵抗値に代えて筒内圧力値に基づいて自己着火燃焼を判別するようにしたから、自己着火燃焼の判別の確実性が高く、スムーズに自己着火燃焼領域に移行させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る圧縮自己着火ガソリン機関のフレーム対応図

【図2】 本発明の第1の実施形態のシステム図

【図3】 (A) は、エンジンの燃焼状態においての点火プラグの絶縁抵抗値の変化を、(B) は、エンジンの燃焼状態においての筒内圧力の変化を、図3 (C) は、

エンジンの燃焼状態においてのイオン電流値の変化を、図3(D)は、エンジンの燃焼状態においての点火プラグ電圧値の変化を、夫々示す図

【図4】 第1の実施形態の制御の内容を示すフローチャート

【図5】 点火制御の内容を示すフローチャート

【図6】 本発明の第2の実施形態のシステム図

【図7】 第2の実施形態の制御の内容を示すフローチャート

【図8】 本発明の第3の実施形態のシステム図

【図9】 第3の実施形態の制御の内容を示すフローチャート

【図10】 本発明の第4の実施形態のシステム図

【図11】 第4の実施形態の制御の内容を示すフローチャート

【図12】 本発明の第5の実施形態のシステム図

【図13】 第5の実施形態の制御の内容を示すフローチャート

【符号の説明】

E 圧縮自己着火ガソリン機関

1 燃焼室

2 点火プラグ

6 エンジンコントロールモジュール

7 絶縁抵抗測定装置

8 クランク角センサ

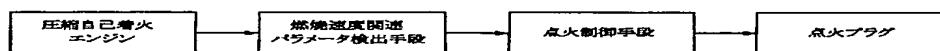
9 水温センサ

1 1 筒内圧力測定装置

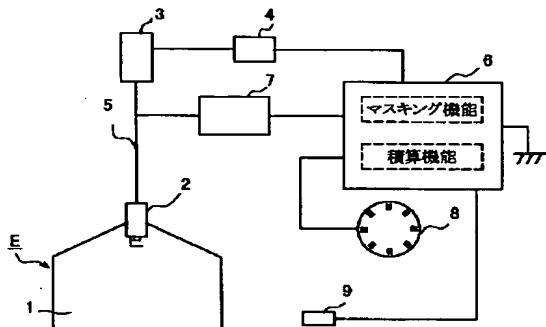
1 2 イオン電流測定装置

1 3 電圧測定装置

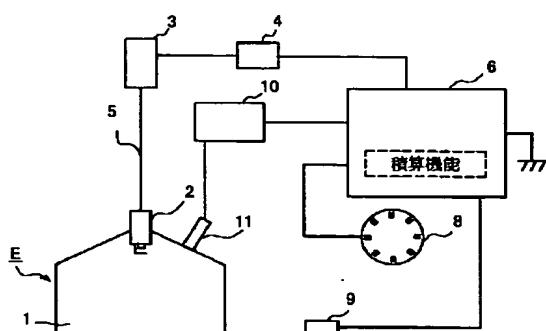
【図1】



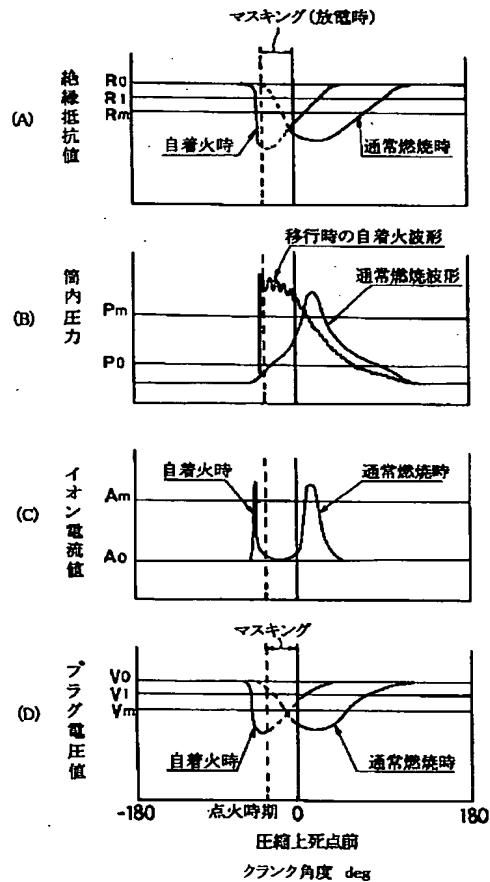
【図2】



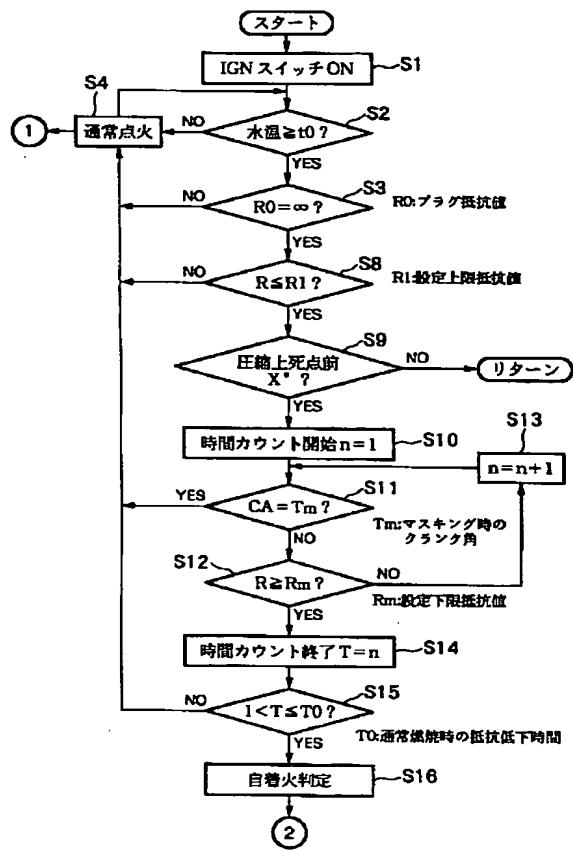
【図6】



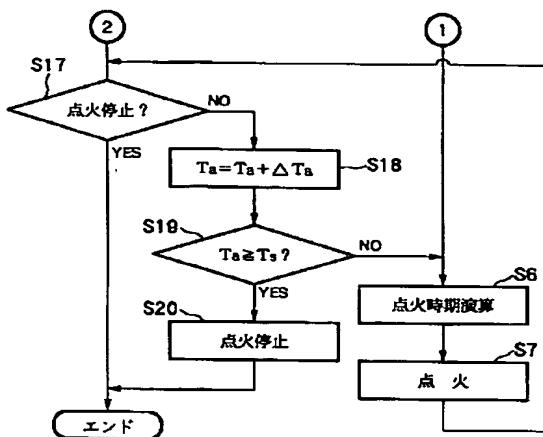
【図3】



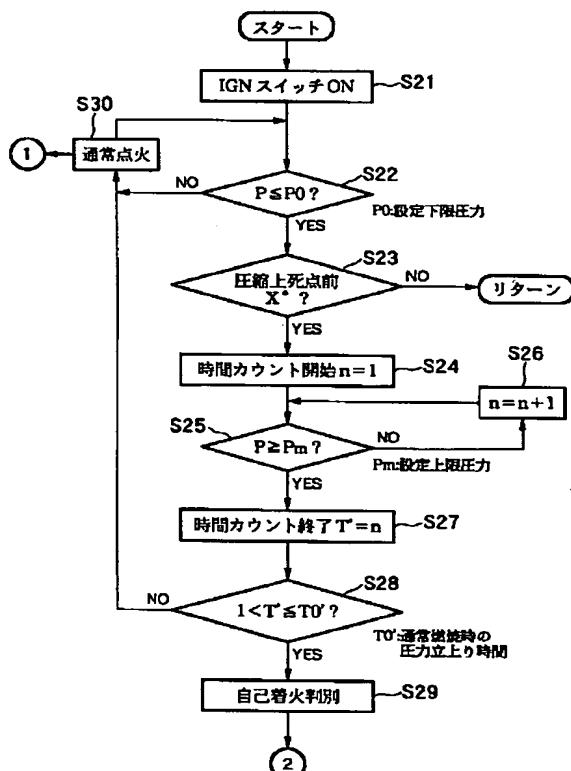
【図4】



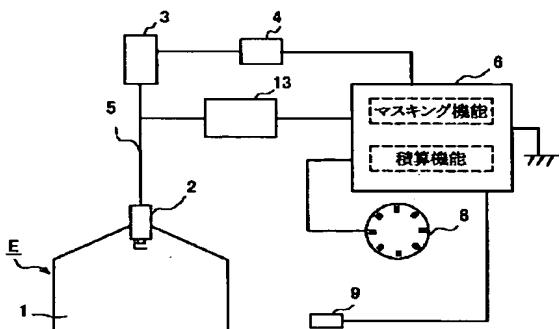
【図5】



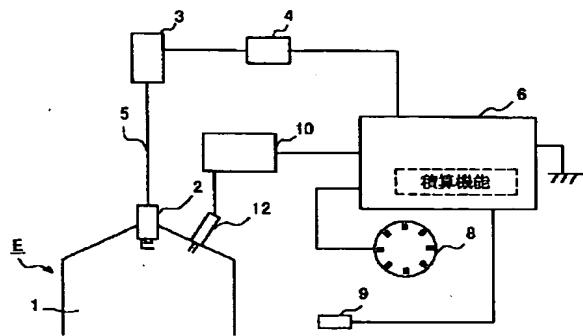
【図7】



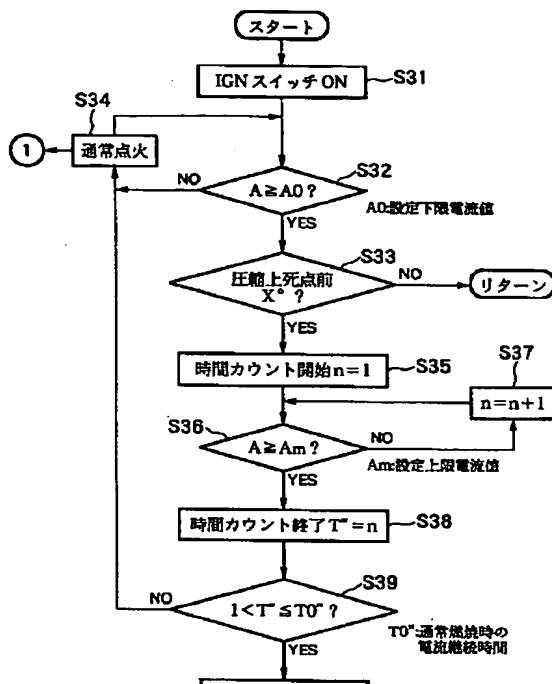
【図10】



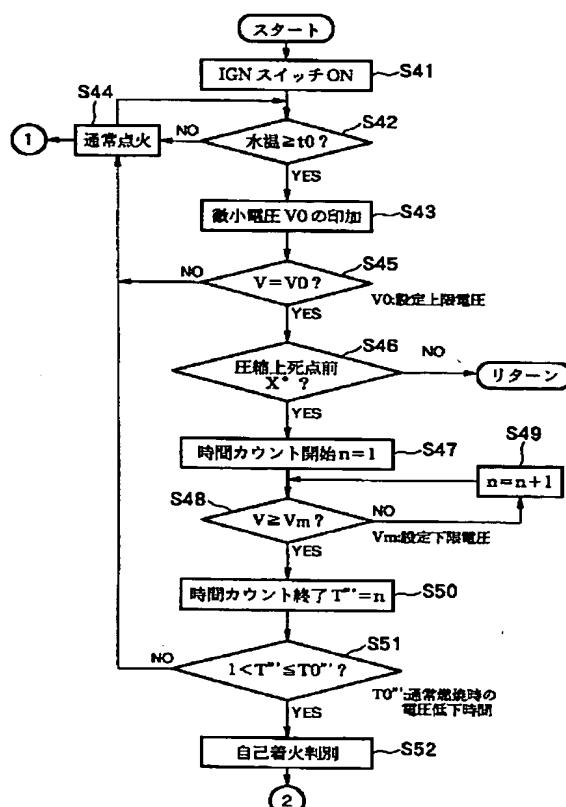
【図8】



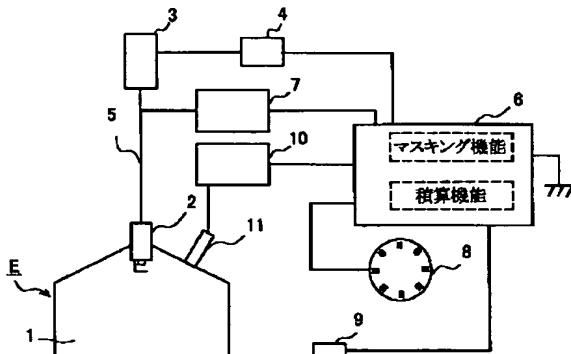
【図9】



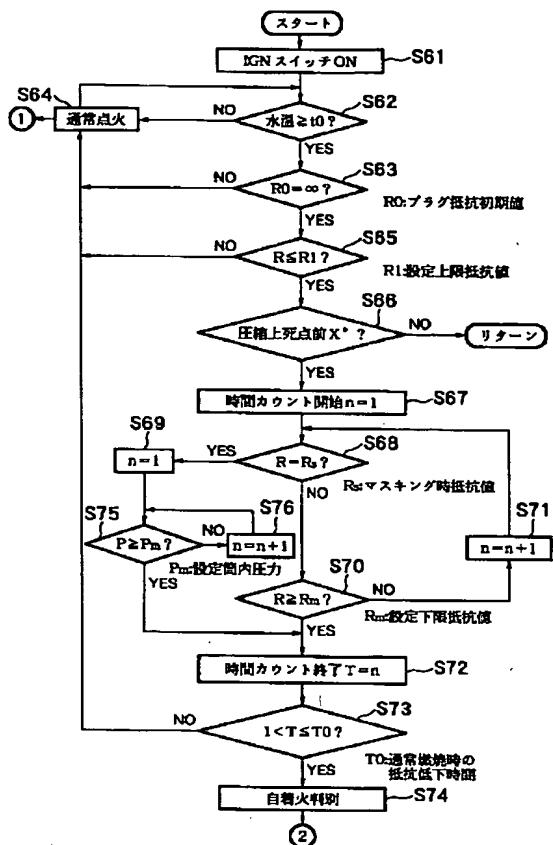
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72) 発明者 平谷 康治  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
 自動車株式会社内

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the technology which distinguishes a compressed self-ignition combustion condition about a compressed self-ignition gasoline engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technology indicated by JP,9-242570,A is known as this conventional kind of a compressed self-ignition gasoline engine. Although a two-cycle engine is premised technology, this technology drives an exhaust air control valve, controls the path opening area in a flueway entrance or a flueway, and is generating the self-ignition in a low load field.

[0003] Moreover, by the transitional zone to the self-ignition combustion from combustion, since it becomes operation impossible according to the stability aggravation by an engine's knocking, volume of combustion chamber is made adjustable, and it usually has composition which shifts to self-ignition, avoiding knocking.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in the above Prior arts, since the adjustable amount of volume of combustion chamber is decided for every engine operating range, to knocking generated when an engine operating range changes every moment like [ at the time of transient operation of an engine ], it cannot respond promptly.

[0005] Moreover, if it is in the conventional technology, since ignition according to an ignition plug also in under self-ignition operation is continued, there is also a problem of causing aggravation of the fuel consumption by useless power consumption and aggravation of the endurance of an ignition plug. Then, this invention aims at offering the compressed self-ignition gasoline engine which can usually perform smoothly the shift to the self-ignition combustion from combustion, and can cancel troubles, such as aggravation of the fuel consumption by useless power consumption, and aggravation of the endurance of an ignition plug, by performing proper ignition timing control and ignition halt control in view of the above conventional troubles based on the parameter change relevant to the rate of combustion.

[0006]

[Means for Solving the Problem] For this reason, invention concerning claim 1 is set to a compressed self-ignition gasoline engine it was made to burn new mind of a combustion chamber by self-ignition, as shown in drawing 1. When a rate-of-combustion related parameter detected by rate-of-combustion related parameter appearance means to detect a parameter relevant to the rate of combustion, and said rate-of-combustion related parameter appearance means becomes a value relevant to the rate of combustion at the time of self-ignition combustion Lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, it is characterized by being constituted including an ignition control means to stop ignition by ignition plug.

[0007] Invention concerning claim 2 said rate-of-combustion related parameter appearance means A means to measure time amount until an insulation resistance value of an ignition plug measured by

means to measure insulation resistance of an ignition plug, and this measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value, While it is constituted, ignition timing is distinguished and it is constituted including a masking means which masks said insulation resistance measurement means during an ignition period. since -- said ignition control means When time amount until an insulation resistance value of said ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value, lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, it is characterized by stopping ignition by ignition plug.

[0008] Invention concerning claim 3 said rate-of-combustion related parameter appearance means It consists of means to measure cylinder internal pressure. Said ignition control means When time amount until a cylinder internal pressure value measured by said measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value, lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, it is characterized by stopping ignition by ignition plug.

[0009] Invention concerning claim 4 said rate-of-combustion related parameter appearance means It consists of means to measure the combustion ion current in a cylinder. Said ignition control means When time amount until a combustion ion current value in a cylinder measured by said measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value, lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, it is characterized by stopping ignition by ignition plug.

[0010] Invention concerning claim 5 said rate-of-combustion related parameter appearance means It consists of means to measure voltage impressed to an ignition plug. Said ignition control means When time amount until voltage signal level outputted from said amplitude-measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value, lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, it is characterized by stopping ignition by ignition plug.

[0011] Invention concerning claim 6 said rate-of-combustion related parameter appearance means A means to measure time amount until an insulation resistance value of an ignition plug measured by means to measure insulation resistance of an ignition plug, and this measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value, While it is constituted, distinguish ignition timing and it is constituted including a masking means which masks said insulation resistance measurement means during an ignition period. a means to measure cylinder internal pressure -- since -- said ignition control means, when time amount until an insulation resistance value of said ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value When it is a time of insulation resistance value change of an ignition plug taking place during a masking period and time amount until a cylinder internal pressure value separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value Lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, it is characterized by stopping ignition by ignition plug.

[0012] An operation of this invention is explained. Time amount until an insulation resistance value of an ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value, Time amount until a cylinder internal pressure value separates from a predetermined value and reaches constant value, time amount until a combustion ion current value in a cylinder separates from a predetermined value and reaches constant value, When a parameter relevant to the rate of combustion called time amount until voltage signal level impressed to an ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value becomes a value relevant to the rate of combustion at the time of self-ignition combustion Lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually, and when ignition timing reaches constant value, ignition by ignition plug is stopped.

[0013] Therefore, knocking by self-ignition combustion transitional zone is released promptly, and it can be made to shift to a self-ignition combustion zone smoothly. Moreover, during self-ignition operation, improvement in fuel consumption and improvement in endurance of an ignition plug can be

aimed at, without causing aggravation of fuel consumption by useless power consumption, and aggravation of the endurance of an ignition plug, since ignition by ignition plug is stopped.

[0014] Since it replaces with an insulation resistance value and self-ignition combustion is distinguished based on a cylinder internal pressure value when self-ignition combustion is usually distinguished based on an insulation resistance value and an insulation resistance value fall arises during a masking period, the certainty of distinction of self-ignition combustion can be high, and can make it shift to a self-ignition combustion zone smoothly in invention which relates to claim 6 especially.

[0015] Here, in invention concerning claim 2, insulation resistance in self-ignition combustion usually falls to ignition and coincidence immediately below at constant value to insulation resistance of an ignition plug in combustion falling slowly according to flame propagation in a gas column. Self-ignition is combustion without flame propagation, and this is for gaseous mixture of a combustion chamber not to call at a location, but to start combustion to abbreviation coincidence.

[0016] In addition, it becomes the property that it falls below to constant value rapidly [ since it is a combustion gestalt whose gaseous mixture of the remainder although combustion without flame propagation also in the time of knocking generating has taken place, after a certain amount of combustion generates knocking by flame propagation starts combustion to abbreviation coincidence, after change of insulation resistance at this time also falls slowly till a certain stage ]. For this reason, if time amount until insulation resistance separates from a predetermined value and reaches constant value is compared with a predetermined value, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking.

[0017] Moreover, in invention concerning claim 3, cylinder internal pressure in self-ignition combustion usually rises to more than constant value immediately to ignition and coincidence to cylinder internal pressure in combustion rising slowly according to flame propagation in a gas column. For this reason, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking by comparing time amount until cylinder internal pressure separates from a predetermined value and reaches constant value.

[0018] Furthermore, in invention concerning claim 4, an ion current value in self-ignition combustion usually rises to more than constant value immediately to ignition and coincidence to an ion current value in combustion rising comparatively slowly according to flame propagation in a gas column. For this reason, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking by comparing time amount until an ion current value separates from a predetermined value and reaches constant value.

[0019] In invention concerning claim 5, an ignition plug voltage value in self-ignition combustion usually falls to ignition and coincidence to more than constant value immediately to an ignition plug voltage value in combustion descending comparatively slowly according to flame propagation in a gas column. For this reason, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking by comparing time amount until an ignition plug voltage value separates from a predetermined value and reaches constant value.

[0020]

[Effect of the Invention] Based on the parameter change relevant to the rate of combustion, by performing proper ignition timing control and ignition halt control, the shift to the self-ignition combustion from combustion can usually be performed smoothly, and, according to invention concerning claims 1-6, troubles, such as aggravation of the fuel consumption by useless power consumption and aggravation of the endurance of an ignition plug, can be canceled.

[0021] According to invention which relates to claim 2 especially, self-ignition combustion can be distinguished easily and certainly by comparing time amount until insulation resistance separates from a predetermined value and reaches constant value. Moreover, according to invention concerning claim 3, self-ignition combustion can be distinguished easily and certainly by comparing the time amount which change of cylinder internal pressure takes, i.e., time amount until cylinder internal pressure separates from a predetermined value and reaches constant value.

[0022] Furthermore, according to invention concerning claim 4, self-ignition combustion can be

distinguished easily and certainly by comparing the time amount which an ion current value change takes, i.e., time amount until an ion current value separates from a predetermined value and reaches constant value. Moreover, according to invention concerning claim 5, self-ignition combustion can be distinguished easily and certainly by comparing the duration of ignition plug voltage change, i.e., time amount until an ignition plug voltage value separates from a predetermined value and reaches constant value.

[0023] Furthermore, according to invention concerning claim 6, the certainty of distinction of self-ignition combustion can be high, and can make it shift to a self-ignition combustion zone smoothly.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to the attached drawing, this invention is explained in full detail. Drawing 2 is the system chart of the 1st operation gestalt of this invention, the high voltage conductor 5 for ignition which infixed the ignition coil 3 and the power transistor 4 is connected to the ignition plug 2 installed in the combustion chamber 1 of compressed self-ignition gasoline engine (only henceforth engine) E of a four cycle, and this high voltage conductor 5 is connected to the engine control module 6.

[0025] Moreover, said ignition coil 3 and power transistor 4, and the insulation resistance measuring device 7 which measures the insulation resistance of an ignition plug 2 to juxtaposition are connected to a high voltage conductor 5, it gets down, and this insulation resistance measuring device 7 is connected to the engine control module 6. The signal from the coolant temperature sensor 9 which detects the signal and engine-cooling-water \*\* from the crank angle sensor 8 is inputted into said engine control module 6, respectively.

[0026] Ignition timing is distinguished to this engine control module 6, and it is equipped with the masking function as a masking means which masks said insulation resistance measuring device 7, and the addition function as a means to measure time amount until the insulation resistance of an ignition plug 2 separates from a predetermined value and reaches constant value based on the signal from the insulation resistance measuring device 7, by software during the ignition period.

[0027] Moreover, when time amount until the insulation resistance of an ignition plug 2 separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value, lag control of the ignition timing by the ignition plug 2 is carried out gradually, and the engine control module 6 is equipped with the function as an ignition control means to stop ignition by the ignition plug 2, by software, when this ignition timing reaches constant value.

[0028] Next, an operation of this 1st operation gestalt is explained. Drawing 3 (A) shows the insulation resistance value change of the ignition plug in an engine combustion condition as one of the parameters relevant to the rate of combustion. The insulation resistance in self-ignition combustion usually falls to ignition and coincidence immediately below at constant value to the insulation resistance of the ignition plug in combustion falling slowly according to the flame propagation in a gas column so that clearly from this drawing.

[0029] Self-ignition is combustion without flame propagation, and this is for the gaseous mixture of a combustion chamber not to call at a location, but to start combustion to abbreviation coincidence. In addition, it becomes the property that it falls below to constant value rapidly [ since it is a combustion gestalt whose gaseous mixture of the remainder although combustion without flame propagation also in the time of knocking generating has taken place, after a certain amount of combustion generates knocking by flame propagation starts combustion to abbreviation coincidence, after change of the insulation resistance at this time also falls slowly till a certain stage ]. For this reason, if time amount until insulation resistance separates from a predetermined value and reaches constant value is compared with a predetermined value, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking.

[0030] Control in which distinguish the self-ignition combustion by insulation resistance measurement of the ignition plug mentioned above, and it is made to usually shift to self-ignition combustion smoothly from combustion is performed as follows. That is, first, water temperature measures the predetermined ignition plug insulation resistance value at the predetermined temperature t0 (for

example, 20-degreeC) time, and the value is set up with R0. Next, the insulation resistance value R under operation is measured continuously, and time amount until the value is less than the setting maximum insulation resistance value R1 and reaches the setting insulation resistance value Rm (for example, 10 M omega) is integrated by the crank angle.

[0031] In addition, during ignition discharge, since it becomes the insulation resistance value 0, masking is performed. It compares, time amount T and T0 (usually insulation resistance fall time amount at the time of combustion), i.e., crank angle addition values, until the insulation resistance value R reaches the setting insulation resistance value Rm (for example, 10 M omega). When generating of self-ignition was distinguished, T is less than T0 and generating of self-ignition is distinguished, the constant-rate (for example, 1 time) lag (retard) of the set-point fire stage is carried out, and ignition is stopped when the ignition timing after retard becomes a predetermined value (for example, TDC).

[0032] When it goes into masking conditions before the insulation resistance value R reached the setting maximum insulation resistance value R1, it is usually judged as combustion. Drawing 4 is a flow chart which shows the contents of this control, and is step 1 (it is written as S1 by a diagram.). Water temperature  $\geq t_0$  is judged at step 2, an ignition (IGN) switch is turned on in it being the same as that of the following, if it is water temperature  $\geq t_0$ , it will progress to step 3, and it usually lights in order to progress to step 4 and to usually consider as combustion, if it is water temperature  $< t_0$ . That is, it progresses to step 6 of the flow chart of drawing 5, ignition timing is calculated, and ignition is performed at step 7.

[0033] At step 3, it usually lights in order judge, progress to step 8 if it is  $R_0=\infty$ , otherwise, to progress to step 4 and to usually consider as combustion whether it is  $R_0=\infty$ . At step 8,  $R \leq R_1$  is judged, if it is  $R \leq R_1$ , it will progress to step 9, and it usually lights in order to progress to step 4 and to usually consider as combustion, if it is  $R > R_1$ .

[0034] At step 9, it judges whether it is X degrees in front of a compression top dead center, if it is X degrees in front of a compression top dead center, it will progress to step 10, otherwise, it returns to step 1. At step 10, a time amount count is started ( $n=1$ ), it progresses to step 11, and whether crank angle CA's having become the crank angle Tm at the time of masking and CA=Tm are judged, and it usually lights in order to progress to step 4 and to usually consider as combustion, if it is CA=Tm.

[0035] If it is CA!=Tm, it will progress to step 12 and  $R \geq R_m$  will be judged, if it is  $R < R_m$ , it will progress to step 13, and as  $n=n+1$ , if it is return and  $R \geq R_m$ , it will progress to step 11 at step 14, and a time amount count is ended ( $T=n$ ). At step 15, judge  $1 < T \leq T_0$ , and if it is  $1 < T \leq T_0$ , because T was less than T0 Progress to step 16, and distinguish from generating of self-ignition and it progresses to step 17 of the flow chart of drawing 5. Judge whether ignition is stopped or not, if it is an ignition halt, will end a flow, and if it is not an ignition halt, it will progress to step 18. When the constant-rate deltaTa (for example, 1 time) lag (retard) of the set-point fire stage Ta is carried out and the ignition timing Ta after retard becomes the predetermined value Ts (for example, TDC) at step 19, ignition is stopped at step 20.

[0036] It usually lights in order to progress to step 4 and to usually consider as combustion at step 15, if it is not  $1 < T \leq T_0$ . Drawing 6 is the system chart of the 2nd operation gestalt of this invention, and is replaced with the insulation resistance measuring device 7 of the operation gestalt of drawing 2. When time amount until it forms the cylinder internal pressure measuring device 11 connected to the engine control module 6 through amplifier 10, and cylinder internal pressure separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value Lag control of the ignition timing by the ignition plug 2 is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, control which stops ignition by the ignition plug 2 is performed.

[0037] An operation of this 2nd operation gestalt is explained. Drawing 3 (B) shows change of the cylinder internal pressure in an engine combustion condition. The cylinder internal pressure in self-ignition combustion usually rises to more than constant value immediately to ignition and coincidence to the cylinder internal pressure in combustion rising slowly according to the flame propagation in a gas column so that clearly from this drawing.

[0038] For this reason, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from

knocking by comparing time amount until cylinder internal pressure separates from a predetermined value and reaches constant value. Control in which distinguish the self-ignition combustion by the cylinder internal pressure measurement mentioned above, and it is made to usually shift to self-ignition combustion smoothly from combustion is performed as follows. Namely, the standup of the cylinder internal pressure in self-ignition combustion usually uses that it is a short time rather than combustion and the combustion accompanied by knocking. Integrate this time amount by crank angle T', and cylinder internal pressure exceeds the predetermined setting lower limit P0 (for example, 0.5 kg/m<sup>2</sup>). When pressure-buildup time amount is less than T0' (usually pressure-buildup time amount at the time of combustion) until it reaches the predetermined setting upper limit Pm (for example, 80% in a cylinder of a maximum pressure), generating of self-ignition is judged. At this time The constant-rate (for example, 1 time) lag (retard) of the set-point fire stage is carried out, and ignition is stopped when the ignition timing after retard becomes a predetermined value (for example, TDC).

[0039] Drawing 7 is a flow chart which shows the contents of this control, at step 21, it judges P<=P0 at step 22 by turning on an ignition (IGN) switch, if it is P<=P0, it will progress to step 23, it is usually lit so that it may progress to step 30 and may usually consider as combustion, if it is P>P0, and it progresses to the flow chart of drawing 5.

[0040] At step 23, it judges whether it is X degrees in front of a compression top dead center, if it is X degrees in front of a compression top dead center, it will progress to step 24, otherwise, it returns to step 21. At step 24, as n=n+1, a time amount count is started (n= 1) and it progresses to step 25, P>=Pm is judged, if it is P<Pm, it will progress to step 26, and if it is return and P>=Pm, it will progress to step 25 at step 27, and a time amount count is ended (T'=n).

[0041] 1<T'<=T0' is judged, and at step 28, if it is 1<T'<=T0', it will progress to step 29, and it will distinguish from generating of self-ignition and will progress to the flow chart of drawing 5 because T' was less than T0'. If it is not 1<T'<=T0', it progresses to step 24, and it will usually light in order to usually consider as combustion.

[0042] The ion current measuring device 12 which drawing 8 is the system chart of the 3rd operation gestalt of this invention, and replaces with the cylinder internal pressure measuring device 11 of the operation gestalt of drawing 6 , and is connected to the engine control module 6 through amplifier 10 is formed. When time amount until the ion current separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value, lag control of the ignition timing by the ignition plug 2 is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, control which stops ignition by the ignition plug 2 is performed.

[0043] An operation of this 3rd operation gestalt is explained. Drawing 3 (C) shows the ion current value change in an engine combustion condition. The ion current value in self-ignition combustion usually rises to more than constant value immediately to ignition and coincidence to the ion current value in combustion rising comparatively slowly according to the flame propagation in a gas column so that clearly from this drawing.

[0044] For this reason, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking by comparing time amount until an ion current value separates from a predetermined value and reaches constant value. Control in which distinguish the self-ignition combustion by the ion current value measurement mentioned above, and it is made to usually shift to self-ignition combustion smoothly from combustion is performed as follows. Namely, the duration of the ion current generated in self-ignition combustion usually uses that it is a short time rather than combustion and the combustion accompanied by knocking. Integrate this time amount by crank angle T", and an ion current value exceeds the predetermined setting lower limit A0 (for example, 0mA). When time amount until it reaches the predetermined setting upper limit Am (for example, 5mA) is less than T0" (usually current duration in the time of combustion), generating of self-ignition is judged. At this time The constant-rate (for example, 1 time) lag (retard) of the set-point fire stage is carried out, and ignition is stopped when the ignition timing after retard becomes a predetermined value (for example, TDC).

[0045] It is a flow chart which shows the contents of this control, and at step 31, drawing 9 judges A>=A0 at step 32, an ignition (IGN) switch is turned on, if it is A>=A0, it will progress to step 33, and

it is usually lit so that it may progress to step 34 and may usually consider as combustion, if it is  $A < A_0$ . At step 33, it judges whether it is X degrees in front of a compression top dead center, if it is X degrees in front of a compression top dead center, it will progress to step 35, otherwise, it returns to step 31. [0046] At step 35, as  $n = n + 1$ , a time amount count is started ( $n = 1$ ) and it progresses to step 36,  $A \geq A_m$  is judged, if it is  $A < A_m$ , it will progress to step 37, and if it is return and  $A \geq A_m$ , it will progress to step 36 at step 38, and a time amount count is ended ( $T'' = n$ ). At step 39,  $1 < T'' \leq T_0''$  is judged, and if it is  $1 < T'' \leq T_0''$ , it will progress to step 40 and will distinguish from generating of self-ignition because  $T''$  was less than  $T_0''$ .

[0047] If it is not  $1 < T'' \leq T_0''$ , it progresses to step 34, and it will usually light in order to usually consider as combustion. Drawing 10 is the system chart of the 4th operation gestalt of this invention, and is replaced with the cylinder internal pressure measuring device 11 of the operation gestalt of drawing 3. When time amount until it forms the amplitude-measurement equipment 13 which measures change of the minute voltage impressed to an ignition plug 2, and minute voltage separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value Lag control of the ignition timing by the ignition plug 2 is carried out gradually, and when this ignition timing reaches constant value, control which stops ignition by the ignition plug 2 is performed.

[0048] An operation of this 4th operation gestalt is explained. Drawing 3 (D) shows the ignition plug voltage value change in an engine combustion condition. The ignition plug voltage value in self-ignition combustion usually falls to ignition and coincidence to more than constant value immediately to the ignition plug voltage value in combustion descending comparatively slowly according to the flame propagation in a gas column so that clearly from this drawing.

[0049] For this reason, self-ignition combustion can be distinguished and distinguished also from knocking by comparing time amount until an ignition plug voltage value separates from a predetermined value and reaches constant value. Control in which distinguish the self-ignition combustion by the ignition plug voltage change measurement mentioned above, and it is made to usually shift to self-ignition combustion smoothly from combustion is performed as follows. Namely, the duration of voltage change generated in self-ignition combustion usually uses that it is a short time rather than combustion and the combustion accompanied by knocking. Integrate this time amount by crank angle  $T''$ , and an ignition plug voltage value is less than the predetermined setting lower limit  $V_0$  (for example, 5V). When time amount until it reaches the set point  $V_m$  is less than  $T_0''$  (usually sag duration in the time of combustion), generating of self-ignition is judged. At this time The constant-rate (for example, 1 time) lag (retard) of the set-point fire stage is carried out, and ignition is stopped when the ignition timing after retard becomes a predetermined value (for example, TDC).

[0050] It is a flow chart which shows the contents of this control, and at step 41, drawing 11 judges water temperature  $\geq t_0$  at step 42, an ignition (IGN) switch is turned on, if it is water temperature  $\geq t_0$ , it will progress to step 43, and it is usually lit so that it may progress to step 44 and may usually consider as combustion, if it is water temperature  $< t_0$ . At step 43, the minute voltage  $V_0$  is impressed and it progresses to step 45,  $V = V_0$  is judged, if it is  $V = V_0$ , it will progress to step 46, and it usually lights in order to progress to step 44 and to usually consider as combustion, if it is  $V \neq V_0$ .

[0051] At step 46, it judges whether it is X degrees in front of a compression top dead center, if it is X degrees in front of a compression top dead center, it will progress to step 47, otherwise, it returns to step 41. At step 47, as  $n = n + 1$ , a time amount count is started ( $n = 1$ ) and it progresses to step 48,  $V \geq V_m$  is judged, if it is  $V < V_m$ , it will progress to step 49, and if it is return and  $V \geq V_m$ , it will progress to step 48 at step 50, and a time amount count is ended ( $T'' = n$ ).

[0052] step 51 --  $1 < T'' \leq T_0''$  -- judging -- 1 --  $< T'' \leq T_0''$  -- if it is  $< T'' \leq T_0''$  -- it progresses to step 52 and distinguishes from generating of self-ignition because it was less than  $T_0''$ .  $1 < T'' \leq T_0''$  -- if it is not  $< T'' \leq T_0''$ , it progresses to step 44, and it will usually light in order to usually consider as combustion.

[0053] Drawing 12 is the system chart of the 5th operation gestalt of this invention, when in addition to the insulation resistance measuring device 7 of the operation gestalt of drawing 2 the cylinder internal pressure measuring device 11 is formed, self-ignition combustion is usually distinguished based on an insulation resistance value and an insulation resistance value fall arises during a masking period, is

replaced with an insulation resistance value and distinguishes self-ignition combustion based on a cylinder internal pressure value.

[0054] It is a flow chart which shows the contents of control of this 5th operation gestalt, and at step 61, drawing 13 judges water temperature  $\geq t_0$  at step 62, an ignition (IGN) switch is turned on, if it is water temperature  $\geq t_0$ , it will progress to step 63, and it is usually lit so that it may progress to step 64 and may usually consider as combustion, if it is water temperature  $< t_0$ . At step 63, it usually lights in order judge, progress to step 65 if it is  $R_0=\infty$ , otherwise, to progress to step 64 and to usually consider as combustion whether it is  $R_0=\infty$ .

[0055] At step 65,  $R \leq R_1$  is judged, if it is  $R \leq R_1$ , it will progress to step 66, and it usually lights in order to progress to step 64 and to usually consider as combustion, if it is  $R > R_1$ . At step 66, it judges whether it is X degrees in front of a compression top dead center, if it is X degrees in front of a compression top dead center, it will progress to step 67, otherwise, it returns to step 61.

[0056] At step 67, a time amount count is started ( $n=1$ ) and it progresses to step 68, whether  $R$ 's having been set to  $R_s$  (at the time of masking resistance) and  $R=R_s$  are judged, if it is  $R=R_s$ , it will progress to step 69, and if it is  $R \neq R_s$ , it will progress to step 70. At step 70, as  $n=n+1$ ,  $R \geq R_m$  is judged, if it is  $R < R_m$ , it will progress to step 71, and if it is return and  $R \geq R_m$ , it will progress to step 68 at step 72, and a time amount count is ended ( $T=n$ ).

[0057] At step 73,  $1 < T \leq T_0$  is judged, and if it is  $1 < T \leq T_0$ , it will progress to step 74 and will distinguish from generating of self-ignition because  $T$  was less than  $T_0$ . If it is not  $1 < T \leq T_0$ , it progresses to step 64, and it will usually light in order to usually consider as combustion. On the other hand, since it is the case where the insulation resistance value fall by self-ignition combustion arises during a masking period when judged with  $R=R_s$  at step 68, self-ignition combustion based on the cylinder internal pressure of step 69 shift is distinguished.

[0058] That is, at step 69, a time amount count is started ( $n=1$ ), it progresses to step 75, and  $P > P_m$  is judged; and if it is  $P < P_m$ , it will progress to step 76 and will return to step 75 as  $n=n+1$ . If it is  $P > P_m$ , it will progress to step 72 and step 73, and if it is  $1 < T \leq T_0$ , it will distinguish from generating of self-ignition.

[0059] Moreover, if it is not  $1 < T \leq T_0$ , it progresses to step 64, and it will usually light in order to usually consider as combustion. Time amount until the insulation resistance value of an ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value so that clearly from the above explanation, Time amount until a cylinder internal pressure value separates from a predetermined value and reaches constant value, time amount until the combustion ion current value in a cylinder separates from a predetermined value and reaches constant value, When the parameter relevant to the rate of combustion called time amount until the voltage signal level impressed to an ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value becomes a value relevant to the rate of combustion at the time of self-ignition combustion Since it was made to perform control which stops ignition by the ignition plug when lag control of the ignition timing by the ignition plug was carried out gradually and this ignition timing reached constant value, knocking by the self-ignition combustion transitional zone is released promptly, and it can be made to shift to a self-ignition combustion zone smoothly.

[0060] Moreover, during self-ignition operation, improvement in fuel consumption and improvement in endurance of an ignition plug can be aimed at, without causing aggravation of the fuel consumption by useless power consumption, and aggravation of the endurance of an ignition plug, since ignition by the ignition plug is stopped. Since it replaces with an insulation resistance value and self-ignition combustion was distinguished based on the cylinder internal pressure value when self-ignition combustion was usually distinguished based on an insulation resistance value and an insulation resistance value fall arose during a masking period in the 5th operation gestalt especially, the certainty of distinction of self-ignition combustion can be high, and can make it shift to a self-ignition combustion zone smoothly.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1] In a compressed self-ignition gasoline engine it was made to burn new mind of a combustion chamber by self-ignition When a rate-of-combustion related parameter detected by rate-of-combustion related parameter appearance means to detect a parameter relevant to the rate of combustion, and said rate-of-combustion related parameter appearance means becomes a value relevant to the rate of combustion at the time of self-ignition combustion A compressed self-ignition gasoline engine which does lag control of the ignition timing by ignition plug gradually, and is characterized by being constituted including an ignition control means to stop ignition by ignition plug when this ignition timing reaches constant value.

[Claim 2] It is constituted including a masking [ which is characterized by providing the following ] means said insulation resistance measurement means is masked during [ whose ] an ignition period by on the other hand distinguishing ignition timing. Said ignition control means When time amount until an insulation resistance value of said ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value A compressed self-ignition gasoline engine according to claim 1 which does lag control of the ignition timing by ignition plug gradually, and is characterized by stopping ignition by ignition plug when this ignition timing reaches constant value Said rate-of-combustion related parameter appearance means is a means to measure insulation resistance of an ignition plug. A means to measure time amount until an insulation resistance value of an ignition plug measured by this measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value

[Claim 3] He is the compressed-self-ignition gasoline engine according to claim 1 which said rate-of-combustion related parameter appearance means consists of means measure cylinder internal pressure, and is characterized by to stop ignition by ignition plug when lag control of the ignition timing by ignition plug is carried out gradually and this ignition timing reaches constant value when time amount until a cylinder internal-pressure value by which said ignition-control means was measured with said measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value.

[Claim 4] Said rate-of-combustion related parameter appearance means consists of means to measure the combustion ion current in a cylinder. Said ignition control means When time amount until a combustion ion current value in a cylinder measured by said measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value A compressed self-ignition gasoline engine according to claim 1 which does lag control of the ignition timing by ignition plug gradually, and is characterized by stopping ignition by ignition plug when this ignition timing reaches constant value.

[Claim 5] Said rate-of-combustion related parameter appearance means consists of means to measure voltage impressed to an ignition plug. Said ignition control means When time amount until voltage signal level outputted from said amplitude-measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value A compressed self-ignition gasoline engine according to claim 1 which does lag control of the ignition timing by ignition plug gradually, and is characterized by stopping ignition by ignition plug when this ignition timing reaches constant value.

[Claim 6] It is constituted including a masking [ which is characterized by providing the following ] means said insulation resistance measurement means is masked during [ whose ] an ignition period by on the other hand distinguishing ignition timing. Said ignition control means when time amount until an insulation resistance value of said ignition plug separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value When it is a time of insulation resistance value change of an ignition plug taking place during a masking period and time amount until a cylinder internal pressure value separates from a predetermined value and reaches constant value is below a predetermined value A compressed self-ignition gasoline engine according to claim 1 which does lag control of the ignition timing by ignition plug gradually, and is characterized by stopping ignition by ignition plug when this ignition timing reaches constant value Said rate-of-combustion related parameter appearance means is a means to measure insulation resistance of an ignition plug. A means to measure time amount until an insulation resistance value of an ignition plug measured by this measurement means separates from a predetermined value and reaches constant value, and a means to measure cylinder internal pressure

---

[Translation done.]

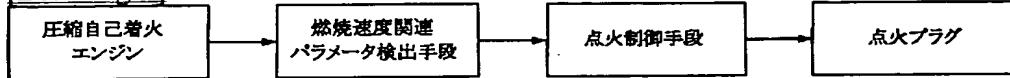
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

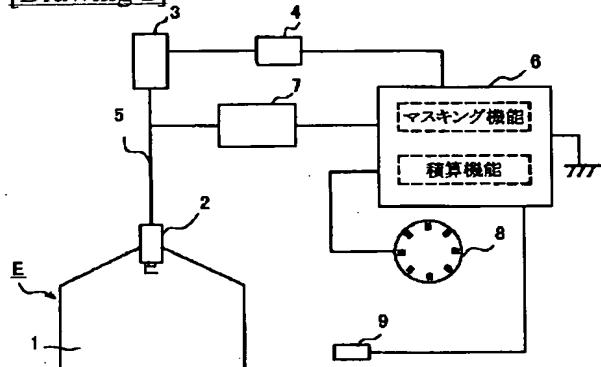
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

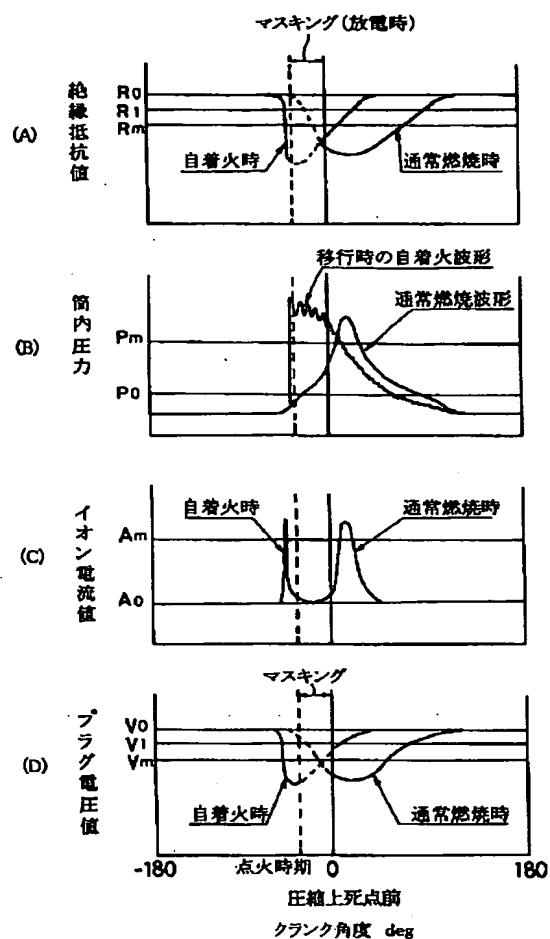
[Drawing 1]



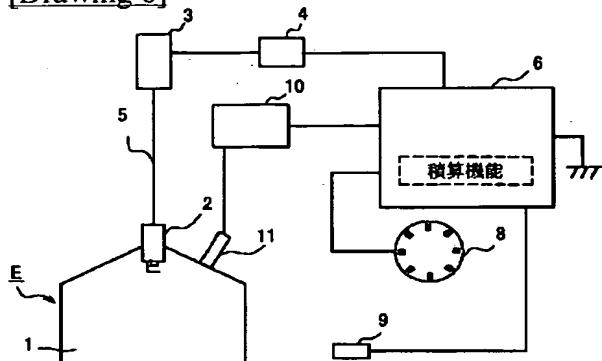
[Drawing 2]



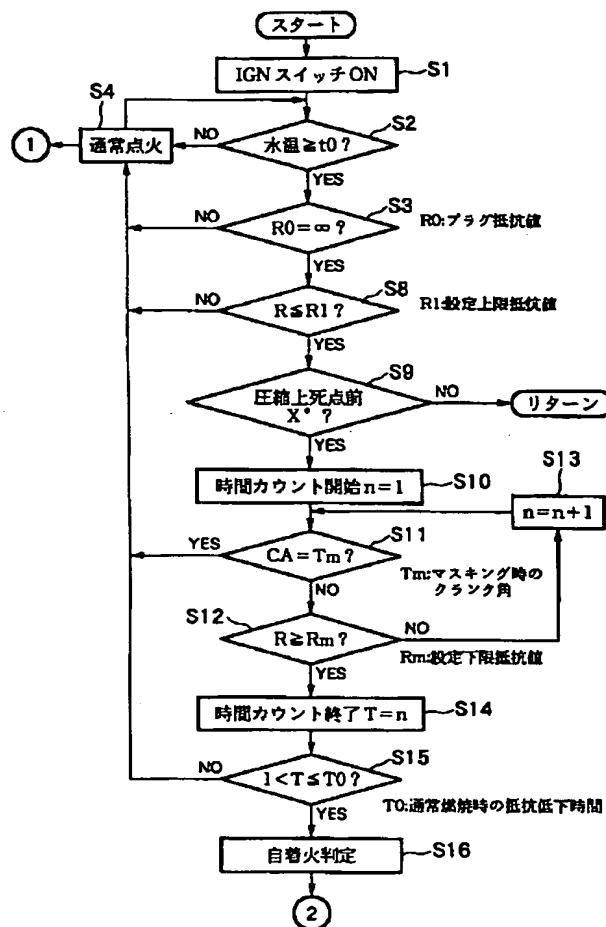
[Drawing 3]



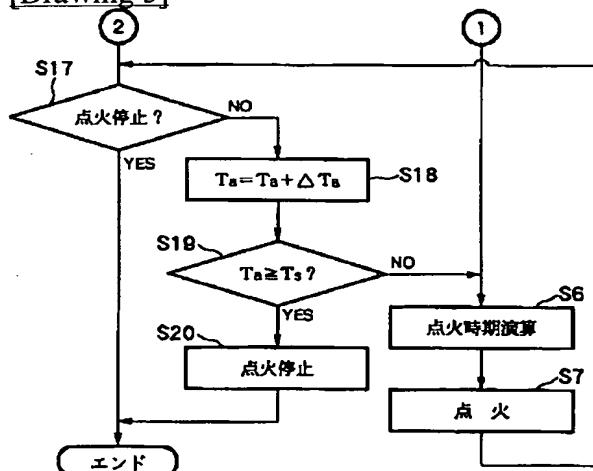
[Drawing 6]



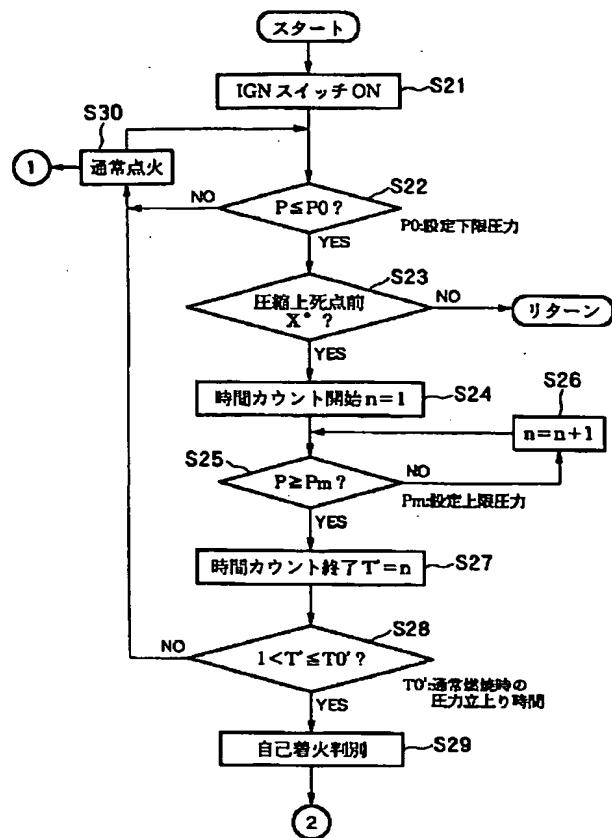
[Drawing 4]



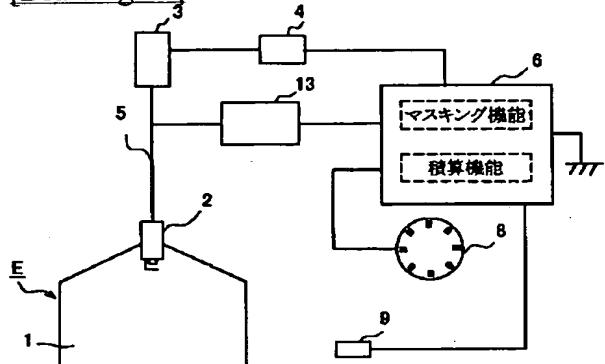
[Drawing 5]



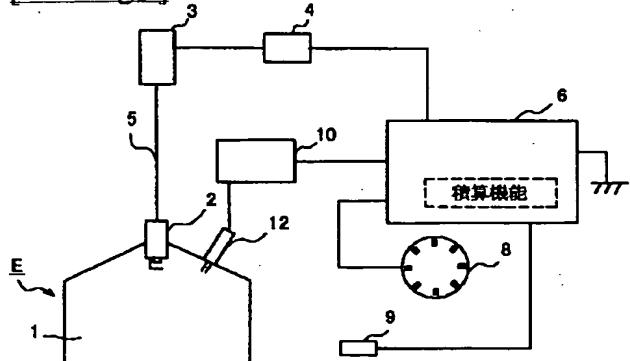
[Drawing 7]



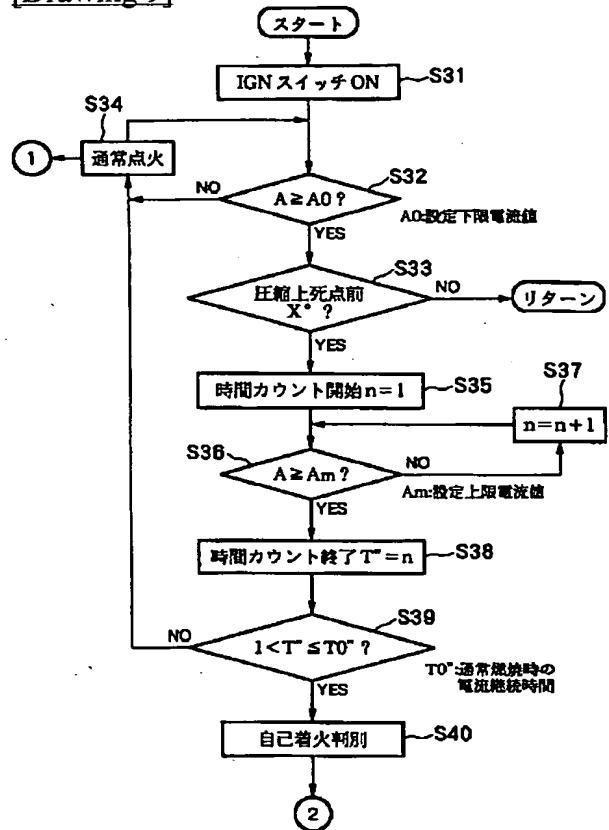
[Drawing 10]



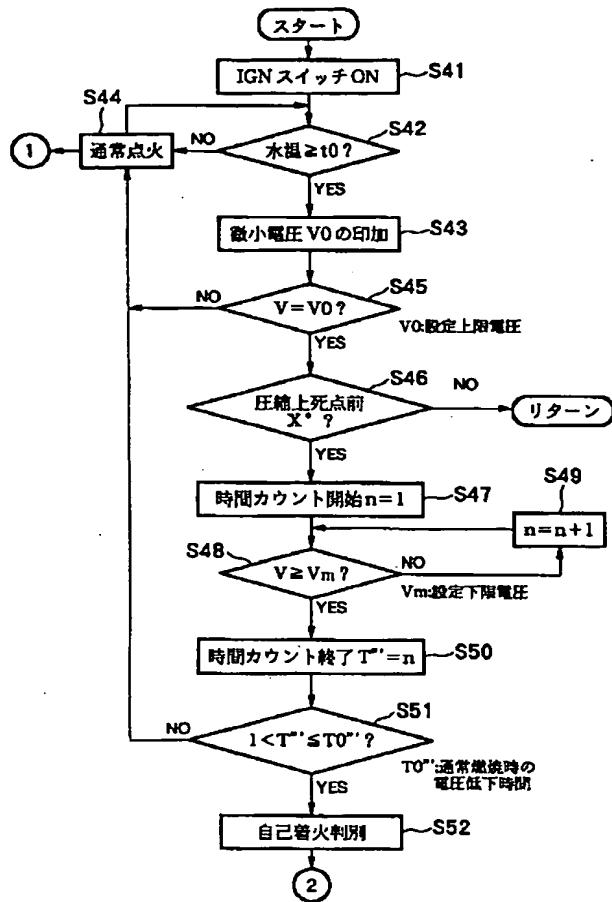
[Drawing 8]



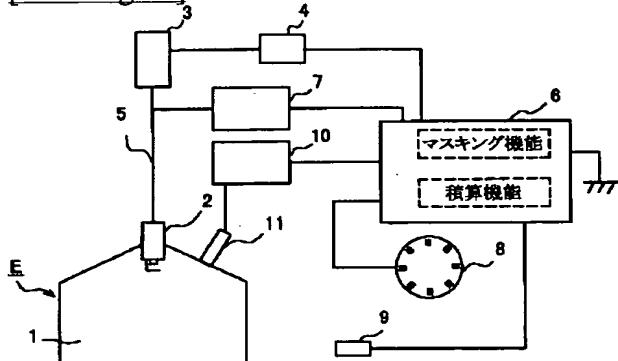
[Drawing 9]



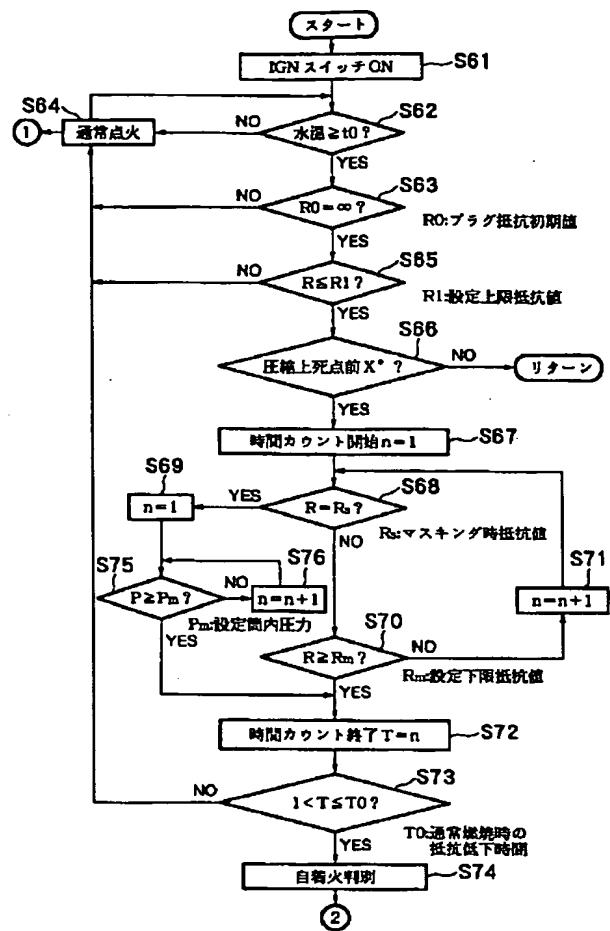
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]